

Exercice 6 (fission de l'uranium-235)

La transformation nucléaire produisant l'énergie des centrales nucléaires est la fission d'un noyau d'uranium 235 sous l'effet d'un neutron. Parmi les réactions possibles, cet exercice étudie celle qui produit du strontium 94, un autre noyau, noté X de nombre de masse 139, ainsi que des neutrons.

1. Ecrire l'équation de la réaction nucléaire de fission étudiée. Le numéro atomique de X sera noté Z, le nombre de neutrons produits sera noté k.

Nous équilibrons la réaction en utilisant les lois de la conservation du nombre de nucléons et de la charge électrique :



$$\begin{aligned} \text{Ainsi, } 235 + 1 &= 94 + 139 + k & k &= 3 \\ \text{Et : } 92 + 0 &= 38 + Z & Z &= 54 \end{aligned}$$

Lorsque l'on se reporte à la classification périodique des éléments, alors on identifie X :
 X est l'élément de numéro atomique Z = 54, c'est le xénon, gaz rare, de symbole Xe.

Donc :



Rem : cette réaction de fission n'est pas la seule qui ait lieu.

2. Déterminer Z et k, puis écrire l'équation de la réaction.

Fait ci-dessus.



3. Calculer l'énergie libérée par cette réaction (en J et en MeV).

$$\Delta m = m({}_{38}^{94}\text{Sr}) + m({}_{54}^{139}\text{Xe}) + 3.m({}_0^1\text{n}) - m({}_{92}^{235}\text{U}) - m({}_0^1\text{n})$$

$$\Delta m = [155,9501 + 230,6801 + 2 \times 1,67493 - 390,2996] \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$\Delta m = -0,31954 \cdot 10^{-27} \text{ kg} < 0$: il y a une perte de masse, et donc libération d'énergie.

L'énergie libérée E est égale à $\Delta m \cdot c^2$:

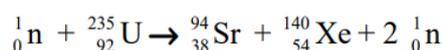
$$E = -0,31954 \cdot 10^{-27} \times (2,998 \cdot 10^8)^2 = -2,8720 \cdot 10^{-11} \text{ J}$$

$$E = -2,8720 \cdot 10^{-11} / 1,602 \cdot 10^{-13} = -179,27 \text{ MeV.}$$

Exercice 7 (Réaction nucléaire provoquées : fission et fusion)

a. Réaction de fission

Soit une des réactions de fission possible pour le noyau d'uranium 235 :



Lors de cette transformation, déterminer :

1. l'énergie libérée ΔE (en MeV et en J)

$$\Delta E = (93,8945 + 139,8920 + 2 \times 1,0087 - 234,9935 - 1.0087) \times 931,5 = -184,7 \text{ MeV}$$

Convertissons cette énergie en J en sachant que

$$1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J} : \Delta E = -184,7 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19} = -3.00 \times 10^{-11} \text{ J}$$

2. l'énergie libérée ΔE_m par une mole de noyau d'uranium (en $\text{J} \cdot \text{mol}^{-1}$)

$$\text{Energie libérée par mole de noyau} : \Delta E_m = 3.00 \times 10^{-11} \times 6.02 \times 10^{23} = -1.8 \times 10^{13} \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$$

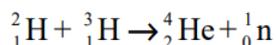
3. l'énergie libérée par nucléon (en MeV/nucléon).

$$\Delta E_1 = \Delta E / A \quad \text{avec } A = 235 + 1 = 236$$

$$\text{Energie libérée par nucléon} : \Delta E_1 = -184,7 / 236 = -0.7826 \text{ MeV/nucléon}$$

b. Réaction de fusion

On considère la réaction « classique » de fusion entre un noyau de deutérium et un noyau de tritium :



Lors de cette transformation, déterminer :

1. l'énergie libérée ΔE (en MeV)

$$\Delta E = (4.0015 + 1.0087 - 2.0160 - 3.0247) \times 931,5 = -28.41 \text{ MeV}$$

2. l'énergie libérée par nucléon (en MeV/nucléon).

$$A = 3 + 2 = 5$$

$$\text{Energie libérée par nucléon} : \Delta E_1 = -28,41 / 5 = -5.682 \text{ MeV/nucléon}$$

3. Comparer énergétiquement la fission et la fusion et en déduire pourquoi les recherches s'orientent davantage sur la fusion.

Comparaison fission-fusion : On voit que par nucléon, la fusion produit bien plus d'énergie que la fission. De plus, l'approvisionnement en hydrogène (donc en deutérium et tritium) se fait aisément (eau), et la fusion n'engendre pas de déchets radioactifs (noyaux fils sont eux-mêmes radioactifs). Les recherches s'orientent donc vers cette réaction nucléaire, le but étant la production d'énergie.